PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : H04J 14/02 | A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 97/30529**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. August 1997 (21.08.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00280

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Februar 1997 (13.02.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 05 808.2 16. Februar 1996 (16.02.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

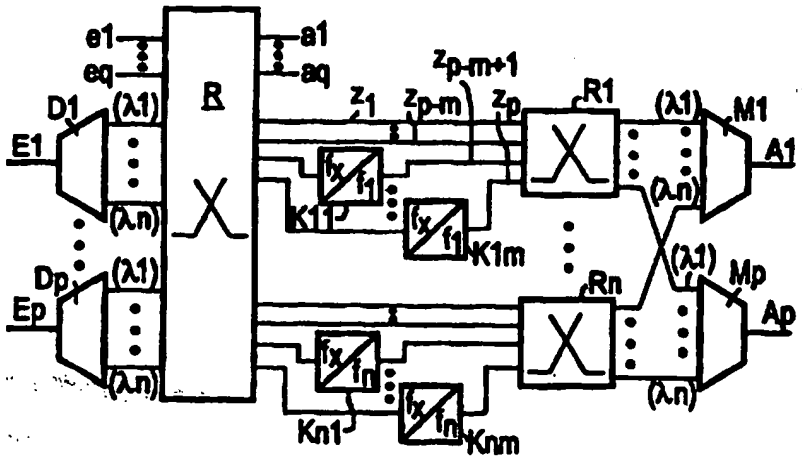
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: BISCHOFF, Mathias [DE/DE]; Stiftsbogen 144, D-81375 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: WDM SWITCHING NETWORK

(54) Bezeichnung: WDM-KOPPELANORDNUNG



(57) Abstract

In a WDM switching network with wave length-(λ)-demultiplexers on the input side, a subsequent space switching network and λ-multiplexers on the output side, λ-individual space switching matrices lead to the λ-multiplexers and on the input side are connected to the corresponding outputs of the space switching network in each case via a number of links corresponding to the number of λ-multiplexers, such that some of the links leading to a space switching matrix connect the space switching network directly to the particular space switching matrix and an adjustable λ-converter is inserted into each of the remaining links.

(57) Zusammenfassung

In einer WDM-Koppelanordnung mit eingangsseitigen Wellenlängen-(λ-)Demultiplexern, einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung und ausgangsseitigen λ-Multiplexern führen zu den λ-Multiplexern λ-individuelle Raumkoppelvielfache, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der λ-Multiplexer entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung verbunden sind, wobei ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach führenden Zwischenleitungen die Raumkoppelanordnung unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen jeweils ein einstellbarer λ-Konverter eingefügt ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung

WDM-Koppelanordnung

Moderne, zukunftssichere optische Weitverkehrsnetze haben hohe Anforderungen bezüglich Kapazität, Flexibilität, Zuverlässigkeit und Transparenz zu erfüllen. Diese Anforderungen an ein Transportnetz werden bei einer Übertragung und Vermittlung der Daten im optischen Frequenzmultiplex optimal erfüllt. Beim optischen Frequenzmultiplex (Wellenlängenmultiplex - WDM) ist auf einer Faser eine Mehrzahl von Übertragungskanälen gebündelt, die durch ihre sich untereinander um einige 100 GHz unterscheidenden optischen Trägerfrequenzen (Wellenlängen) voneinander getrennt sind. Die Zahl der maximal möglichen Kanäle wird dabei durch die Verstärkungsbandbreite optischer Verstärker begrenzt.

Photonische Netze mit hochbitratigen, fasergebundenen Übertragungsstrecken, optischem Frequenzmultiplex (Wellenlängenmultiplex - WDM) und WDM-Koppelanordnungen zum semipermanenten Koppeln von optischen Kanälen als die zukünftigen Transportnetze der Telekommunikationsanbieter werden vorerst als Overlay Networks zu installieren sein, auf die sich die heute bestehende Netze abstützen; der stetig wachsende Bedarf an Übertragungskapazität wird zu einem kontinuierlichen Ausbau der photonischen Netze führen.

Als WDM-Koppelanordnungen zum semipermanenten und blockierungsfreien Koppeln von optischen Kanälen werden sog. optische Cross-Connects (OCC) vorgesehen. Solche optischen Cross-Connects weisen in der Regel sowohl eine Frequenz- als auch eine Raumschaltstufe auf.
Aus ICC'93 Conf.Rec. Vol.3/3, 1300 ... 1307, Fig.10, ist in diesem Zusammenhang eine WDM-Koppelanordnung mit eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser ankommende optische Signal nach Wellenlängen aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern, einer nachfolgenden Raumkoppelanord-

nung (Space Switch), nachfolgenden, die jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden einstellbaren Wellenlängen-Konvertern und ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Wellenlängen zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern bekannt.

Aus ntz 46(1993)1, Seiten 16...21, Bild 13 und 14, sind WDM-Koppelanordnungen bekannt, bei denen ebenfalls eingangsseitige Wellenlängen-Demultiplexer (1/N in Bild 13; unbenannt in Bild 14), ausgangsseitige Wellenlängen-Multiplexer (N/1 in Bild 13; unbenannt in Bild 14), Wellenlängen-Konverter (Frequenzstufen in Bild 13; Filter und Frequenzumsetzer in Bild 14) zur Wellenlängenumsetzung auf die jeweils abgehende Wellenlänge sowie eine dazwischenliegende Raumkoppelanordnung (Raumstufe in Bild 13; Faserschalter in Bild 14) vorgesehen sind.

Aus US-A-5 241 409 ist eine Koppelanordnung bekannt, bei der (gemäß Fig. 3) wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache (70) zu Wellenlängen-Multiplexern (59) führen.

Aus US-A-5 194 977 ist eine Koppelanordnung (23 in FIG.2) mit Wellenlängen-Konvertern (17-1 ... 17-4) bekannt.

Die in WDM-Koppelanordnungen vorgesehenen Wellenlängen-Konverter (optische Frequenzkonverter) ermöglichen es, in photonischen Netzen die Blockierwahrscheinlichkeit für neu einzurichtende Verbindungen auch bei hoher Netzauslastung gering zu halten. Optische Frequenz-Konverter stellen allerdings auf der einen Seite relativ teuere Subsysteme dar, während auf der anderen Seite eine Verbindung nicht in jeder WDM-Koppelanordnung tatsächlich einer Frequenzkonversion bedürfen wird. Um dem Rechnung zu tragen, kann man in einer WDM-Koppelanordnung bedarfsweise in eine Verbindung einschaltbare Frequenzkonverter vorsehen.

Bei einer WDM-Koppelanordnung mit p eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser ankommende n-Kanäle-WDM-Signal nach Wellenlängen (optischen Frequenzen) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern, einer nachfolgenden Raum-

koppelanordnung (Space Switch) und p ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten n optischen Signale zu einem n-Kanäle-WDM-Signal zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern ist es in diesem Zusammenhang bereits bekannt, Wellenlängen-Konverter in einem zwischen zusätzlichen Ausgängen und Eingängen der Raumkoppelanordnung liegenden Wellenlängen-Konverter-Pool vorzusehen und daraus einen Wellenlängen-Konverter nur bei Bedarf in eine über die WDM-Koppelanordnung geführte Verbindung einzuschleifen (OFC'95 Technical Digest, 271 ... 272; IEEE Commmunications Magazine, Nov.95, 84 ... 88).

Eine solche WDM-Koppelanordnung ist in FIG 1 skizziert. Diese WDM-Koppelanordnung weist zunächst einmal p Eingangsports und p Ausgangsports mit daran angeschlossenen Eingangs- bzw. Ausgangsfasern E1, ..., Ep bzw. A1, ..., Ap für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangs- und ausgangsseitig jeweils q Ports e1, ..., eq bzw. a1, ..., aq für einkanalige Signale auf. Die p Eingangsfasern E1, ..., Ep führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer D1, ..., Dp, der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmultiplexsignal) nach Wellenlängen $\lambda 1$, ..., λn (optischen Frequenzen) aufteilt. An die insgesamt maximal $p \cdot n$ Ausgänge der p Wellenlängen-Demultiplexer sind $p \cdot n$ Eingänge einer (integriert-)optischen Raumkoppelanordnung R angeschlossen. Ausgangsseitig sind an $p \cdot n$ Ausgänge der Raumkoppelanordnung R die jeweils n Eingänge von p Wellenlängen-Multiplexern M1, ..., Mp angeschlossen, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge ($\lambda 1$, .., λn) zu einem WDM-(optischen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern A1, ..., Ap führen.

In einem zwischen zusätzlichen $m \cdot n$ Ausgängen und $m \cdot n$ Eingängen der Raumkoppelanordnung R liegenden Wellenlängen-Konverter-Pool KP sind $m \cdot n$ Wellenlängen-Konverter K11, ..., Knm vorgesehen, und zwar für jede der n Wellenlängen m Frequenz-

konverter K11, ...; ..., Knm, wobei m ≤ p ist. In der in FIG 1 skizzierten WDM-Koppelanordnung liegen dabei in dem Fall, daß bei den Wellenlängen-Konvertern die Eingangswellenlänge variabel und die Ausgangswellenlänge fest ist, links im Bild die Eingangsports und rechts die Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung, während bei fester Eingangswellenlänge und variabler Ausgangswellenlänge die Eingangsports rechts und die Ausgangsports links im Bild liegen. Die Zeichnung FIG 1 deckt insoweit beide Fälle ab.

Von Nachteil ist bei dieser WDM-Koppelanordnung, daß die Größe $(q + p \cdot n + m \cdot n) \times (q + p \cdot n + m \cdot n)$ der Raumkoppelanordnung R von der Anzahl m der Wellenlängen-Konverter abhängt. Es muß daher bei der Installation der WDM-Koppelanordnung bereits deren geplanter maximaler Ausbau bekannt sein; ein Aufrüsten über diesen geplanten Wert hinaus ist nicht möglich.

Da aber erst mit wachsendem Verkehrsaufkommen die Blockierwahrscheinlichkeit und damit der Bedarf an Wellenlängen-Konvertern steigen, ist ein sukzessiver Ausbau von WDM-Koppelanordnungen mit Wellenlängen-Konvertern wünschenswert, und zwar ohne daß die Freizügigkeit eines solchen Ausbaus durch inzwischen vielleicht überholte Annahmen und Planungen beeinträchtigt wird. Dabei ist nicht davon auszugehen, daß ein Wellenlängen-Konverter jede beliebige Eingangs- in jede beliebige Ausgangswellenlänge umzusetzen vermag. Es ist vielmehr anzunehmen, daß mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand (ohne durchstimmbare Filter und/oder Quellen) realisierbare Wellenlängen-Konverter eine beliebige Eingangs- auf eine feste Ausgangswellenlänge (bzw. umgekehrt) umsetzen werden.

Die Erfindung zeigt nun einen Weg, einen insoweit freizügigen Ausbau einer WDM-Koppelanordnung zu ermöglichen.

Die Erfindung betrifft eine WDM-Koppelanordnung mit

- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser ankommende optische Signal nach Wellenlängen aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern,
- einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung und
- ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unterschiedlicher Wellenlängen zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern sowie
- zwischen Raumkoppelanordnung und Wellenlängen-Multiplexern eingefügten, eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden einstellbaren Wellenlängen-Konvertern;

diese WDM-Koppelanordnung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß zu den Wellenlängen-Multiplexern wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache führen, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Multiplexer entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung verbunden sind, wobei allenfalls ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach führenden Zwischenleitungen die Raumkoppelanordnung unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen jeweils ein eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzender einstellbarer Wellenlängen-Konverter eingefügt ist.

Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, eine - ggf. zunächst sogar ohne Wellenlängen-Konverter installierte - WDM-Koppelanordnung sukzessive mit Frequenzkonvertern versehen zu können, ohne daß damit eine Raumkoppelfeld-Vergrösserung einhergehen müsste; zugleich werden in den meisten Fällen insgesamt weniger Raumkoppelpunkte benötigt.

Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden näheren Erläuterung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen ersichtlich. Dabei zeigt

FIG 1 ein Blockschaltbild einer bekannten WDM-Koppelanordnung;

FIG 2 zeigt das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung.

Die in FIG 1 dargestellte WDM-Koppelanordnung wurde oben bereits erläutert, so daß sich weitere Erläuterungen an dieser Stelle erübrigen.

In FIG 2 ist schematisch in einem zum Verständnis der Erfindung ein Ausführungsbeispiel einer WDM-Koppelanordnung skizziert, in der die Erfindung Anwendung findet. Diese WDM-Koppelanordnung weist wiederum p Eingangsports und p Ausgangsports mit daran angeschlossenen Eingangs- bzw. Ausgangsfasern E1, ..., Ep bzw. A1, ..., Ap für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale) mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangs- und ausgangsseitig jeweils q Ports e1, ..., eq bzw. a1, ..., aq für einkanalige Signale auf. Die p Eingangsfasern E1, ..., Ep führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer D1, ..., Dp, der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmultiplexsignal) nach Wellenlängen $\lambda 1$, ..., λn (optischen Frequenzen) aufteilt. An die insgesamt maximal p·n Ausgänge der p Wellenlängen-Demultiplexer sind p·n Eingänge einer (integriert-)optischen Raumkoppelanordnung R angeschlossen. Wiederum p·n Ausgänge der Raumkoppelanordnung R sind mit Wellenlängen-Multiplexern M1, ..., Mp verbunden, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge ($\lambda 1$, .., λn) zu einem WDM-(optischen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern A1, ..., Ap führen.

In der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung ist es nun so, daß zu den Wellenlängen-Multiplexern M1, ..., Mp wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache R1, ..., Rn führen, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Multiplexer M1, ..., Mp entsprechende Anzahl p von Zwischenleitungen z_1, ..., z_{p-m}; z_{p-m+1}, ..., z_p mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung R verbunden sind. Dabei verbinden p-m zu einem Raumkoppelvielfach R1, .., Rn führende Zwischenleitungen z_1, ..., z_{p-m} die Raumkoppelanord-

nung R unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach R1, ..., Rn, während in die übrigen m Zwischenleitungen z_{p-m+1}, ..., z_p jeweils ein einstellbarer Wellenlängen-Konverter K11, ..., K1m; ...; Kn1, ..., Knm eingefügt ist, der eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzt.

Der Nachteil der WDM-Koppelanordnung nach FIG 1, nämlich daß die Größe (q + pn + mn) × (q + pn + mn) ihrer Raumkoppelanordnung von der Anzahl m der Wellenlängen-Konverter abhängig ist, wird in der in FIG 2 skizzierte WDM-Koppelanordnung vermieden:

Wie FIG 2 zeigt, enthält die WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung zu einen ein Koppelfeld der Größe (q +np)×(q + np), nämlich die Raumkoppelanordnung R, und zum anderen n Koppelfelder der Größe p × p, nämlich die Raumkoppelvielfache R1, ..., Rn . Die Gesamtgröße der Koppelfelder ist unabhängig von der Anzahl m der jeweils installierten Wellenlängen-Konverter K11, ...; ...; Kn1, ... Die WDM-Koppelanordnung kann zunächst ohne Frequenzkonverter installiert werden (m = 0) und sukzessive mit Wellenlängen-Konvertern aufgerüstet werden, bis in jede zwischen der Raumkoppelanordnung R und einer wellenlängenindividuellen Raumkoppelvielfachen R1, ..., Rn verlaufende Verbindungsleitung ein Wellenlängen-Konverter eingefügt ist (m = p).

Zugleich kommt die WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung in den meisten Fällen mit weniger Koppelpunkten aus als die in FIG 1 umrissene bekannte WDM-Koppelanordnung. Dies ist der Fall bei

$$m > -\frac{q}{n} - p + \sqrt{\left(\frac{q}{n} + p\right)} + \frac{p}{n} \quad ,$$

worin m die Anzahl der Wellenlängen-Konverter, n die Anzahl der jeweils im Multiplex zusammengefassten optischen Kanäle,

p die Anzahl der WDM-Eingangs- bzw. -Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung und q die Anzahl der Einzelkanal-Eingangs- bzw. -Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung bedeuten. Die Einsparung an Koppelpunkten kann dabei recht beträchtlich sein; für beispielsweise m = 12, n = 8, p = 16, q = 2 beträgt sie 63 %.

Abschliessend sei noch besonders bemerkt, daß auch in der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung gemäß der Erfindung bei den Wellenlängen-Konvertern K11, ..., Knm die Eingangswellenlänge variabel und die Ausgangswellenlänge fest sein kann oder umgekehrt die Eingangswellenlänge fest und die Ausgangswellenlänge variabel.

Der erstere Fall variabler Eingangswellenlänge und fester Ausgangswellenlänge wurde oben bereits anhand der Zeichnung FIG 2 erläutert; die Eingangsports der in FIG 2 skizzierten WDM-Koppelanordnung liegen dabei links im Bild und die Ausgangsports rechts.

Im umgekehrten Falle, nämlich wenn bei den Wellenlängen-Konvertern K11, ..., Knm die Eingangswellenlänge fest und die Ausgangswellenlänge variabel ist, liegen die Eingangsports rechts und die Ausgangsports links im Bild; zugleich vertauschen Wellenlängen-Demultiplexer und Wellenlängen-Multiplexer ihre Rolle:

Auf die auch diesen Fall abdeckende Zeichnung FIG 2 gelesen, weist die WDM-Koppelanordnung dann p Eingangsports mit daran angeschlossenen Eingangsfasern A1, .., Ap und p Ausgangsports mit daran angeschlossenen Ausgangsfasern E1, .., Ep für WDM-Signale (optische Frequenzmultiplexsignale) mit jeweils n optischen Kanälen sowie eingangsseitig q Ports a1, ..., aq und ausgangsseitig q Ports e1, ..., eq für einkanalige Signale auf. Die p Eingangsfasern A1, ..., Ap führen jeweils zu einem Wellenlängen-Demultiplexer M1, ..., Mp, der das am jeweiligen Eingangsport ankommende WDM-Signal (optische Frequenzmulti-

plexsignal) nach Wellenlängen λ1, ..., λn (optischen Frequenzen) aufteilt. Die Wellenlängen-Demultiplexer M1, ..., Mp führen zu wellenlängenindividuellen (integriert-)optischen Raumkoppelvielfachen R1, ..., Rn, die ausgangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Demultiplexer M1, ..., Mp entsprechende Anzahl p von Zwischenleitungen z_1, .., z_{p-m}; z_{p-m+1}, ..., z_p mit entsprechenden Eingängen einer (integriert-)optischen Raumkoppelanordnung R verbunden sind. Dabei verbinden p-m von einem Raumkoppelvielfach R1, ..., Rn aus weiterführende Zwischenleitungen z_1, ..., z_{p-m} das jeweilige Raumkoppelvielfach R1, ..., Rn unmittelbar mit der Raumkoppelanordnung R, während in die übrigen m Zwischenleitungen z_{p-m+1}, ..., z_p jeweils ein einstellbarer Wellenlängen-Konverter K11, ..., K1m; ...; Kn1, ..., Knm eingefügt ist, der die jeweilige ankommende Wellenlänge auf eine jeweils abgehende Wellenlänge umsetzt. An wiederum p·n Ausgänge der Raumkoppelanordnung R sind Wellenlängen-Multiplexer D1, ..., Dp angeschlossen, die jeweils die ihnen zugeführten n Signale unterschiedlicher Wellenlänge (λ1, .., λn) zu einem WDM-(optischen Frequenzmultiplex-)Signal zusammenfassen und die ihrerseits zu den Ausgangsports der WDM-Koppelanordnung mit den daran angeschlossenen Ausgangsfasern E1, ..., Ep führen.

Patentansprüche

1. WDM-Koppelanordnung mit
- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser (E1, ..., Ep) ankommende optische Signal nach Wellenlängen (λ1, ..., λn) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern (D1, ..., Dp),
- einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung (R) und
- ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unterschiedlicher Wellenlängen (λ1, ..., λn) zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern (M1, ..., Mp) sowie
- zwischen Raumkoppelanordnung (R) und Wellenlängen-Multiplexern (M1, ..., Mp) liegenden, eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzenden einstellbaren Wellenlängen-Konvertern (K11, ..., Knm),
dadurch gekennzeichnet,
daß zu den Wellenlängen-Multiplexern (M1, ..., Mp) wellenlängenindividuelle Raumkoppelvielfache (R1, ..., Rn) führen, die eingangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Multiplexer (M1, ..., Mp) entsprechende Anzahl (p) von Zwischenleitungen (z_1, ..., z_{p-m}; z_{p-m+1}, ..., z_p) mit entsprechenden Ausgängen der Raumkoppelanordnung (R) verbunden sind, wobei allenfalls ein Teil der zu einem Raumkoppelvielfach (R1, .., Rn) führenden Zwischenleitungen (z_1, ..., z_{p-m}) die Raumkoppelanordnung (R) unmittelbar mit dem jeweiligen Raumkoppelvielfach (R1, ..., Rn) verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen (z_{p-m+1}, ..., z_p) jeweils ein eine jeweils ankommende Wellenlänge auf die jeweilige abgehende Wellenlänge umsetzender einstellbarer Wellenlängen-Konverter (K11, ..., K1m; ...; Kn1, ..., Knm) eingefügt ist.

2. WDM-Koppelanordnung mit
- eingangsseitigen, jeweils das auf der zugehörigen Eingangsfaser (A1, ..., Ap) ankommende optische Signal nach Wellenlängen (λ1, ..., λn) aufteilenden Wellenlängen-Demultiplexern (M1, ..., Mp),
- einer nachfolgenden Raumkoppelanordnung (R) und

- ausgangsseitigen, die ihnen zugeführten Signale unterschiedlicher Wellenlängen ($\lambda 1$, ..., λn) zusammenfassenden Wellenlängen-Multiplexern (D1, ..., Dp) sowie
- einstellbaren Wellenlängen-Konvertern (K11, ..., Knm),

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wellenlängen-Demultiplexer M1, ..., Mp zu wellenlängenindividuellen Raumkoppelvielfachen R1, ..., Rn führen, die ausgangsseitig jeweils über eine der Anzahl der Wellenlängen-Demultiplexer M1, ..., Mp entsprechende Anzahl p von Zwischenleitungen $z_1, \ldots, z_{p-m}; z_{p-m+1}, \ldots, z_p$ mit entsprechenden Eingängen einer Raumkoppelanordnung R verbunden sind, an deren Ausgänge die Wellenlängen-Multiplexer D1, ..., Dp angeschlossen sind, wobei allenfalls ein Teil der von einem Raumkoppelvielfach (R1, .., Rn) aus weiterführenden Zwischenleitungen ($z_1, \ldots, z_{p-m}$) das jeweilige Raumkoppelvielfach (R1, .., Rn) unmittelbar mit der Raumkoppelanordnung (R) verbindet und in die übrigen Zwischenleitungen (z_{p-m+1}, .., z_p) jeweils ein die jeweilige ankommende Wellenlänge auf eine jeweils abgehende Wellenlänge umsetzender einstellbarer Wellenlängen-Konverter (K11, ..., K1m; ...; Kn1, ..., Knm) eingefügt ist.

FIG 1

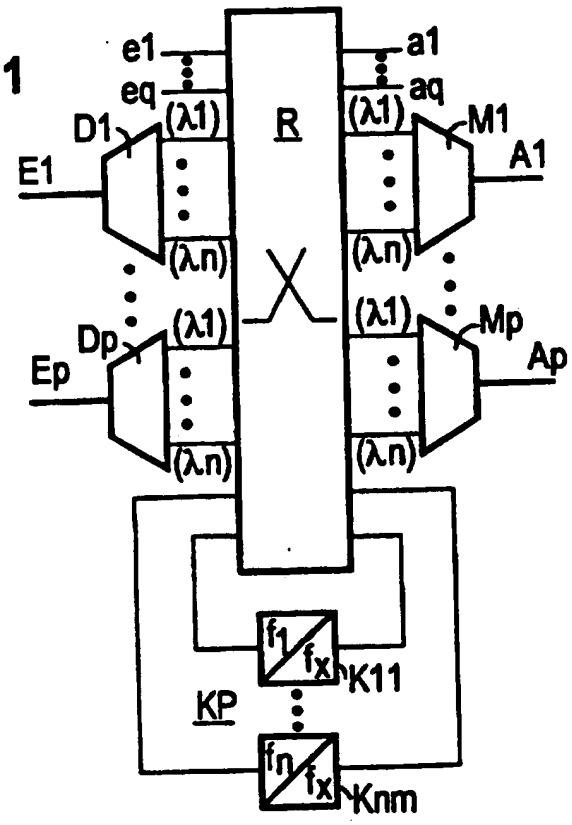
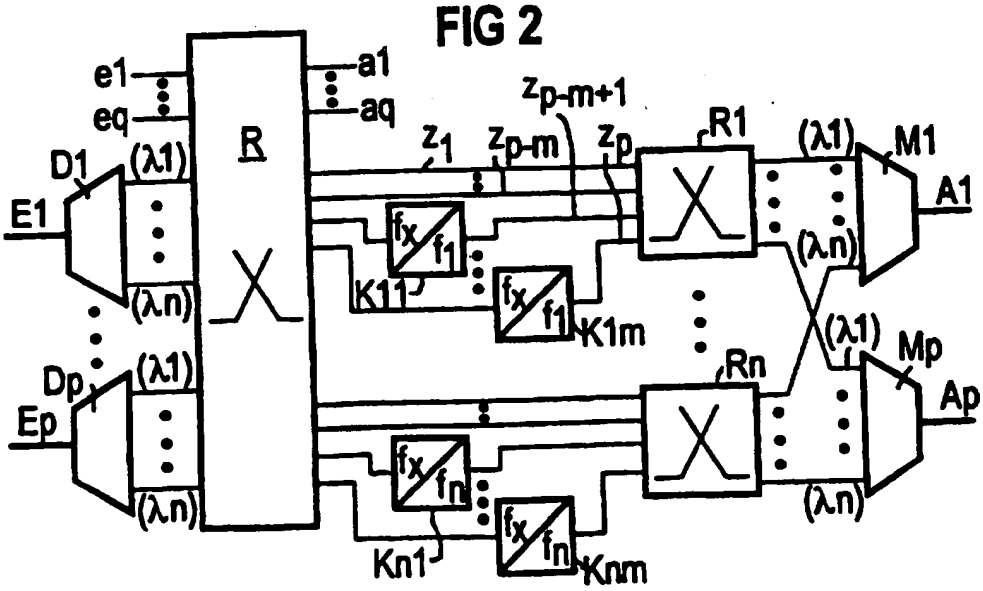

e1
eq
a1
aq
R
D1
E1
(λ1)
(λn)
M1
A1
Dp
Ep
Mp
Ap
f1/fx
K11
KP
fn/fx
Knm

FIG 2


e1
eq
a1
aq
R
z1
zp-m
zp-m+1
zp
R1
Rn
D1
E1
Dp
Ep
(λ1)
(λn)
M1
A1
Mp
Ap
fx/f1
K11
K1m
fx/fn
Kn1
Knm